



2013年2月26日

NICT 2012年度 宇宙天気ユーザーズフォーラム

講演 1 13:05-13:50

NICTの宇宙天気について

石井 守(NICT)

NICTの宇宙天気について

情報通信研究機構 電磁波計測研究所 宇宙環境インフォマティックス研究室 石井 守



Contents

- ・ 宇宙天気とは
- ・ 近年の宇宙天気の概況: サイクル24について
- 近年の宇宙天気に関連する報道と実際の宇宙天気現象
- NICTで提供しているサービス



What is "Space Weather?"

宇宙天気とは



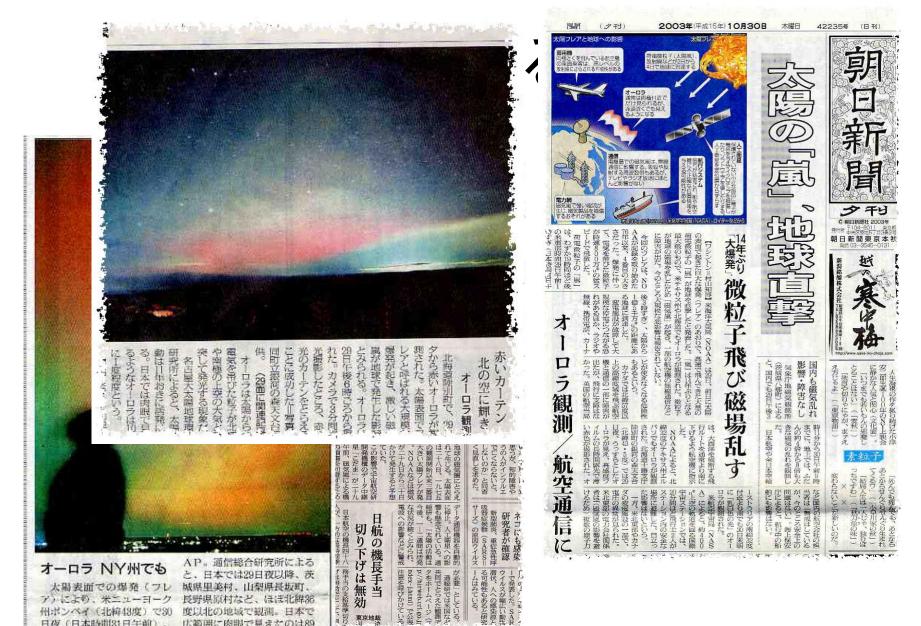
• 映画:ノウイング(2009年米 国)

- ある日、小学生ケレイブは50年前に小学校で埋められたタイムカプセルから数字の書きこまれた紙を持ち帰る。
- そこには過去に起きた大惨事の日付 と犠牲者の数が書かれていたのだ。
- やがて数字に予告された日付に大事 故が起きる。さらに数字の最後には、 人類がかつて遭遇したことがない大 惨事が待っていた...
- それは2009年に太陽のスーパーフレアで人類が滅亡するという予言だった。





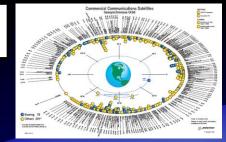
講演 1 / Space Weather User's Forum 2012



明/只 I / Opace Weather Osers Torum Zorz

宇宙天気のターゲット

静止軌道上の衛星 (300以上)





高エネルギー粒子線 Energetic particles

2 ~ 3 days

太陽風 Solar wind

太陽風じょう乱

Solar wind disturbance

地球到達時間 Delay time

30 min~ 2 days

衛星被曝

フレアX線放射 8 min Flare X-rays

衛星障害 lite anomaly

宙飛行士被曝 Astronaut exposure

通信障害 Communications trouble

放射線帯変動

es in radiation belt

電離圏 Ionosphere

地球

衛星軌道変動 ellite orbit fluctuatio

電離圏じょう乱 lonospheric disturbance

誘導電流

放射線帯 Radiation belt

Current induction

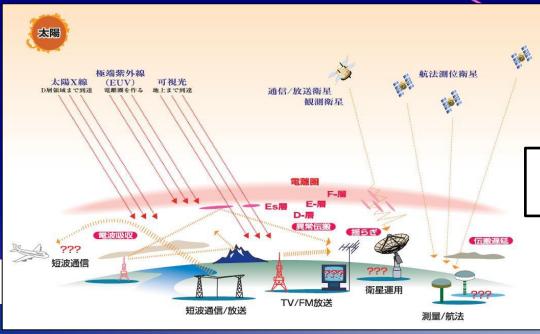
Thermospheric disturbance

オーロラ活動 Auroral activity

地磁気じょう乱 Geomagnetic storms

電離層(電離圏)の 電波伝搬障害

磁気圏 Magnetosphere

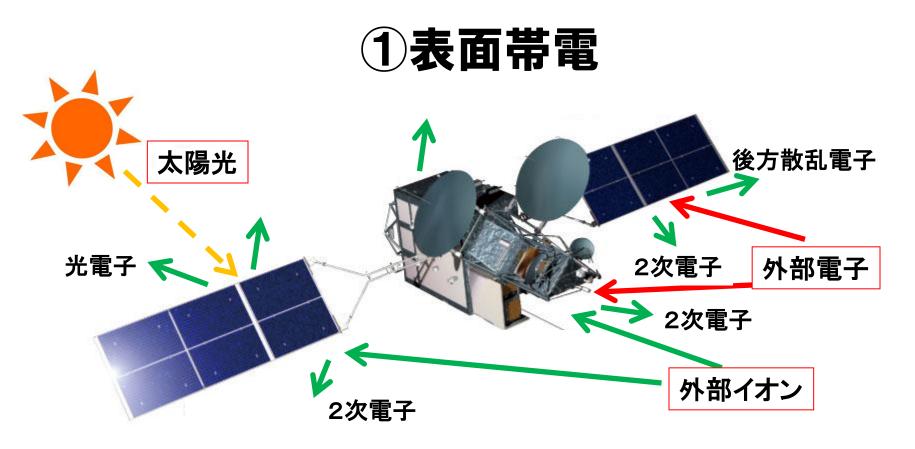




Influence on social infrastructure

社会インフラへの影響





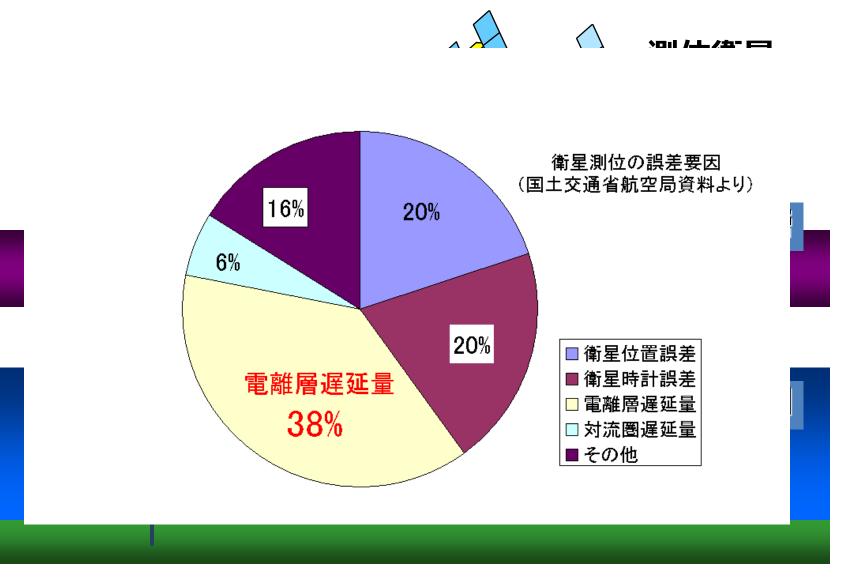
現象: <u>衛星表面にプラズマが帯電→放電して障害を引きおこす現象。</u>

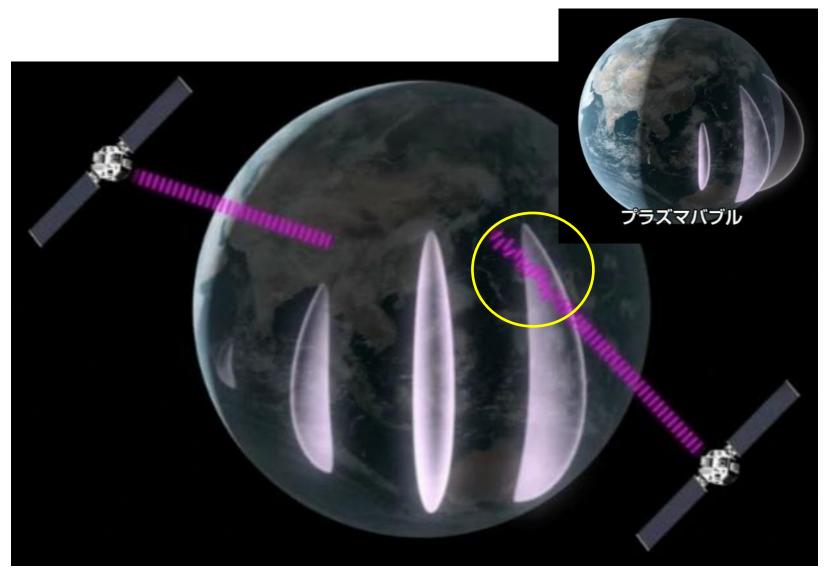
要因: サブストーム(地磁気変動)に伴う粒子注入

寄与粒子: ~100keV電子





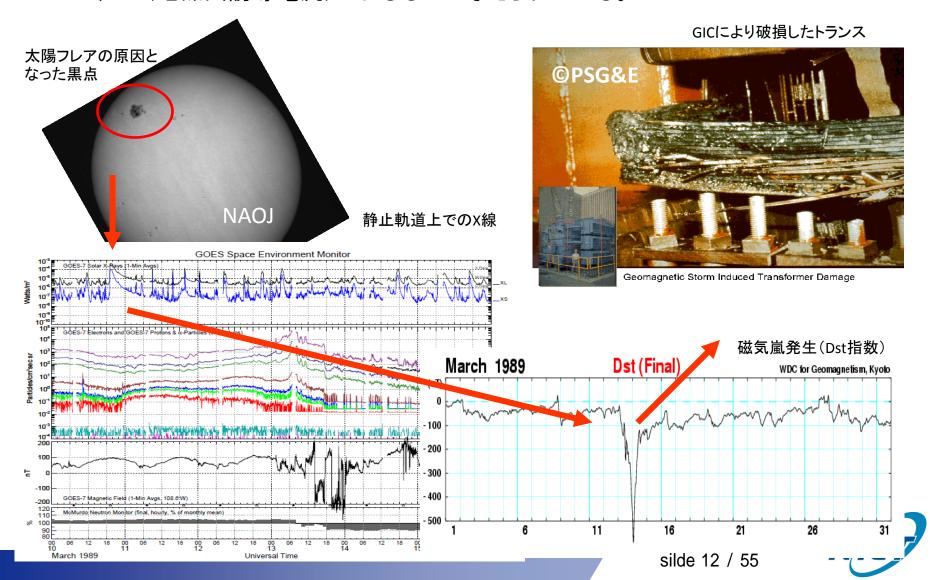






GIC(地磁気誘導電流)発生によるカナダ大停電 1989年

1989年にカナダ・ケベックにおいて強い磁気嵐期間中に大停電が起こった。これは、GIC(地磁気誘導電流)によるものと考えられている。

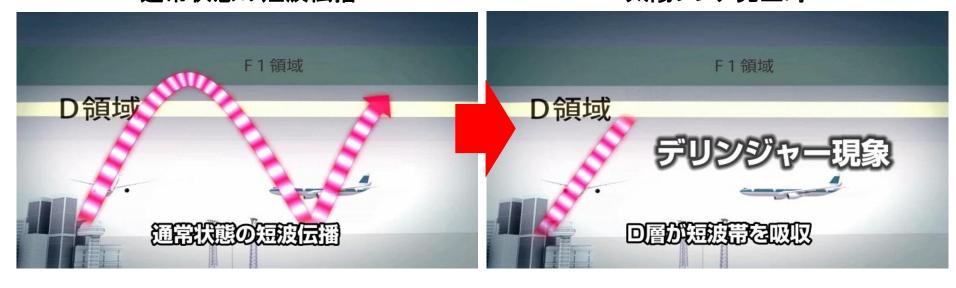




デリンジャー現象 (電離圏による短波異常減衰)

通常状態の短波伝播

太陽フレア発生時



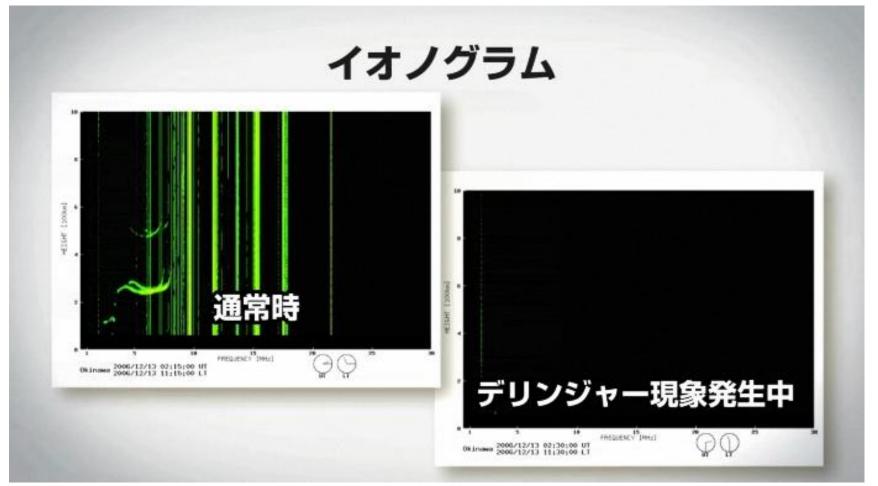
大きな太陽フレア(太陽面爆発)

- → 太陽X線量の急増
- → 電離圏D領域の電子密度急増
- →短波電波の吸収





デリンジャー現象発生時のイオノグラム



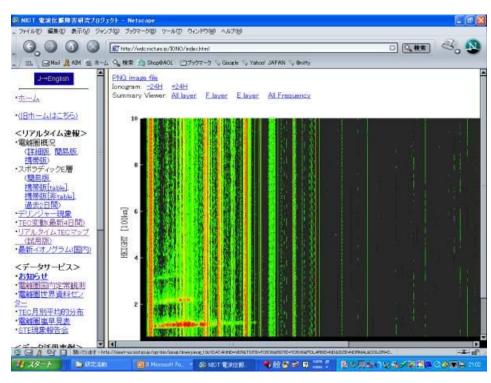


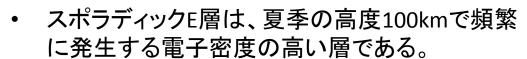
スポラディックE層(Es層)



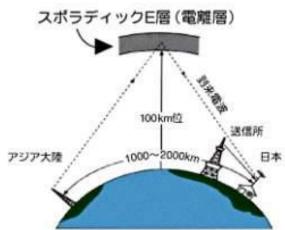


スポラディックE層による通信・放送障害





• 電波干渉などにより通信や放送に障害を起こ すことが分かっている。









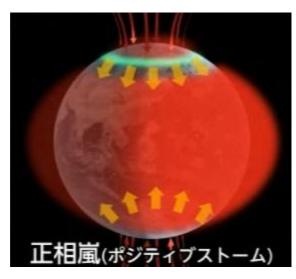
電離圏嵐

F領域の電子密度が、通常の日変化に比べて、異なる様相を見せることがある。



負相嵐

- 通常よりも、顕著に電子密度が小さい時間が 続く。
- 主に中性大気組成の変化によって起こり、正相嵐の数時間から一日程度遅れて発生することが多い。
- 高い周波数の電波が、F領域で反射されない ため、遠距離の通信が困難になることがある。



正相嵐

- 通常よりも、顕著に電子密度が大きい時間が 続く。
- 主に昼の間に電離圏が、電磁気学的な力や 赤道向きの風などによって、高高度に持ち上 げられることで起こる。

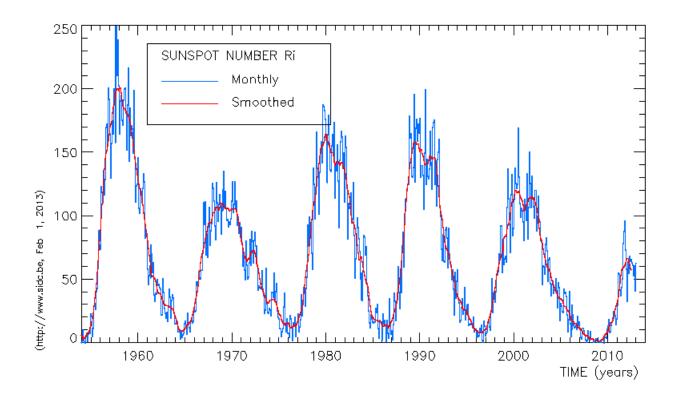


Recent Space Weather

近年の宇宙天気の概況

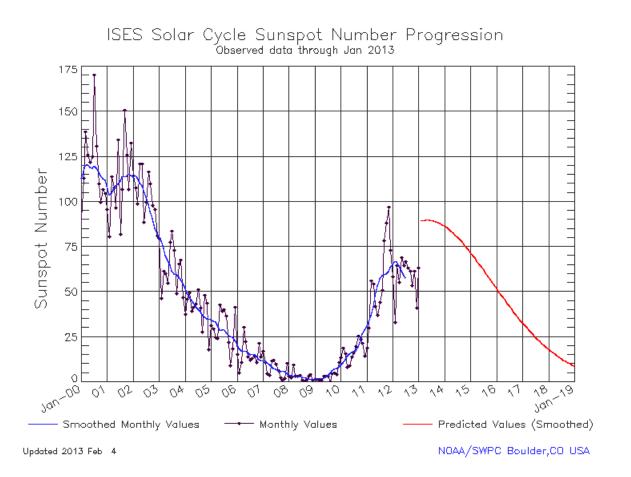


最近の太陽活動



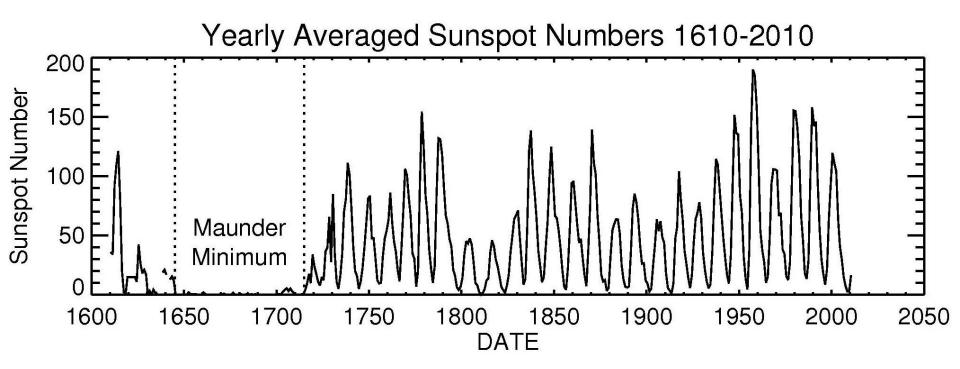


NOAA/SWPCによる太陽黒点数の予測



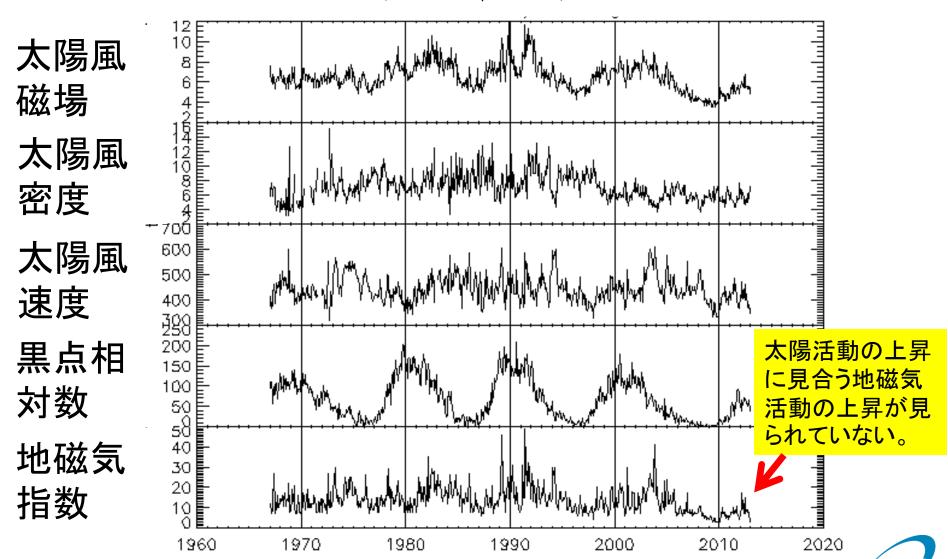


長期的な太陽活動の変動

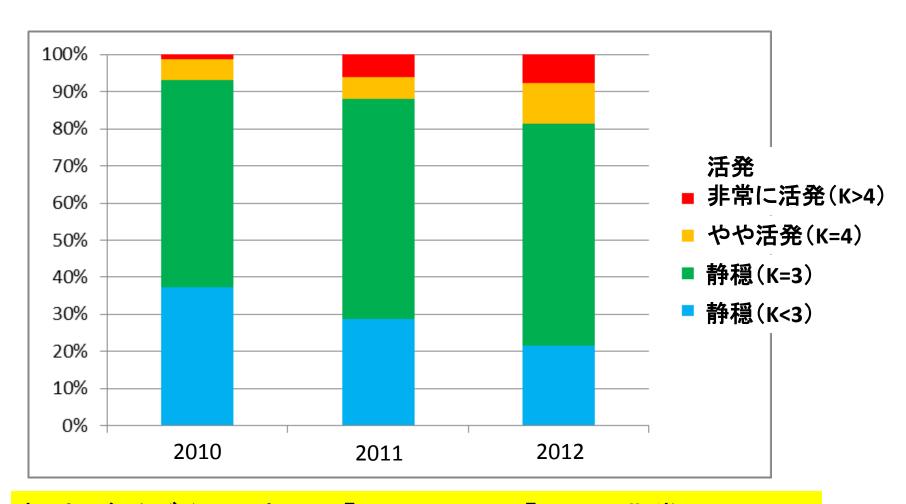




地磁気活動の長期的な状況



ここ3年の地磁気活動



極大が近づくにつれて、「やや活発」、「活発・非常に活発」 の頻度は増えている(2012年で20%程度の割合)。 silde 23 / 55



サイクル24における地磁気嵐 (Dst指数 -100nT以下)

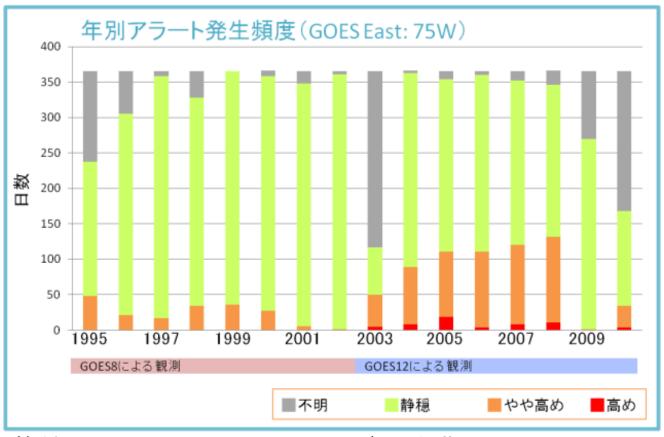
- ・ 2010年 無し
- 2011/08/06 Dst -107nT
- 2011/09/26 Dst -101nT
- 2011/10/25 Dst -132nT
- 2012/03/09 Dst -143nT
- 2012/04/24 Dst -104nT
- 2012/07/15 Dst -128nT
- 2012/10/01 Dst -133nT
- 2012/10/09 Dst -111nT
- 2012/11/14 Dst -108nT

発生回数に徐々に増加傾向は見られるものの、Dst指数が-150nT以下に達するような大磁気嵐はサイクル24では一度も発生していない。

(参考:サイクル23最後の地磁気嵐 2006/12/15 Dst-162nT)



静止軌道放射線帯電子フラックスの状況



静穏:2MeV以上の電子フラックスが103未満

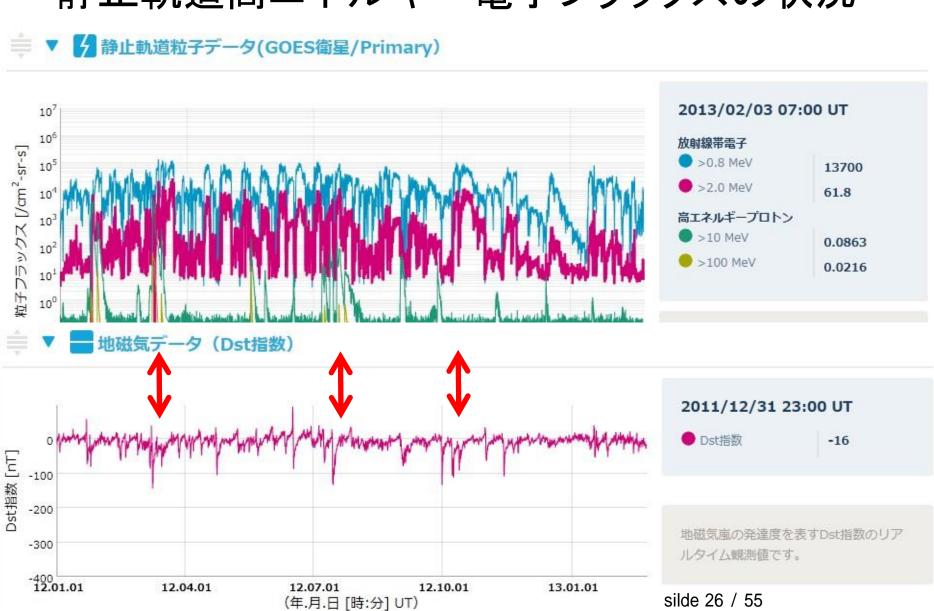
やや高め: 2MeV以上の電子フラックスが103以上104未満

高め:2MeV以上の電子フラックスが104以上

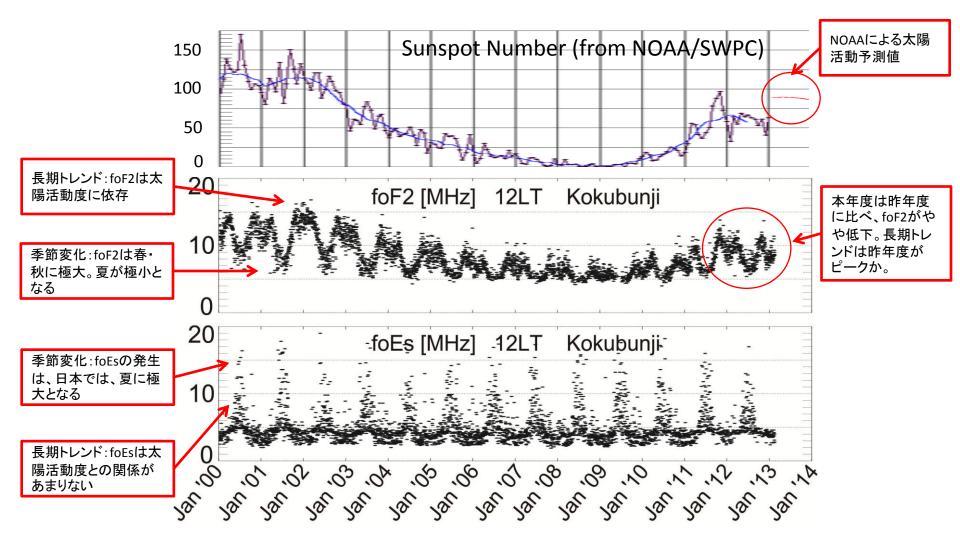
放射線帯電子フラックスは極大期よりも下降期に増える傾向が見られる。



講演 1 / Space Weather User's Forum 2012 2012年1月~2013年2月までの 静止軌道高エネルギー電子フラックスの状況

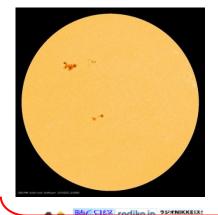


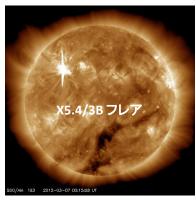
2000-2013年の電離圏変動

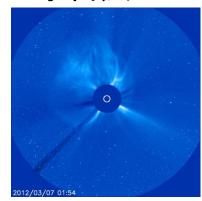


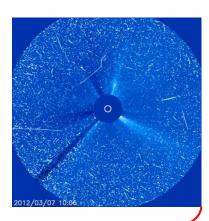
2012年3月の宇宙嵐

- 200











<<iPhoneアプリ「行政書... トップ

【更新】デリンジャー現象が発生し、短波ラジオでの受傷がしにくい状態となっています [馬より]

2012年3月7日

Xクラスフレアの影響によりラジオ日経の短波放送で受信状態が悪化

2012年3月7日

米国のSkyTerra 1衛星が太陽高エネルギー粒子による姿勢制御用センサーへのノイズのためにセーフモードとなりサービス中断

2012年3月7-8日

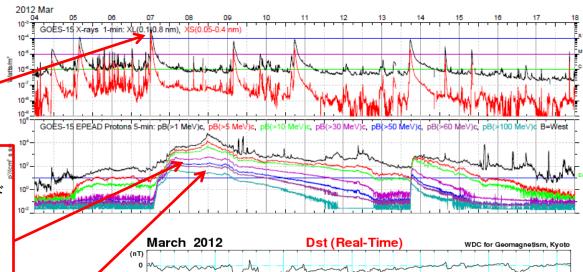
ESAのVenus Express探査機で太陽高エネルギー粒子の影響でStar Tracker使用できなくなった。

2012年3月10日、11日(US newsによる)

米国の軍の衛星でシングルイベント発生

2012年3月12日11pm (EST)

米国のHughesNetの衛星で障害によりサービス中断



3月8-9日

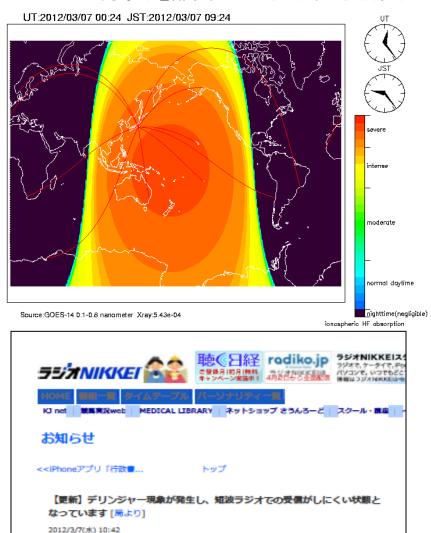
アメリカのデルタ航空が極域航路の便をより低緯度 側の極域航路や極域航路でない航路に変更



[Created at 2012-05-29 15:05UT]

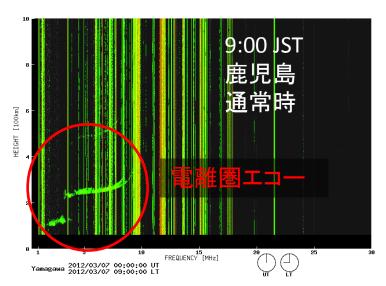
2012/03/07 X5.4フレアに伴うデリンジャー現象

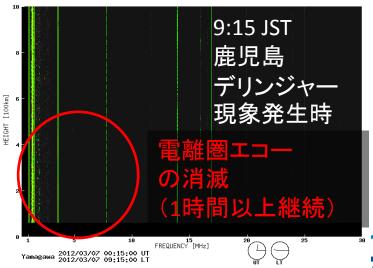
デリンジャー現象(電離圏による短波異常減衰)



※ラジオ日経の短波放送で受信状態が悪化

鹿児島イオノゾンデ観測による電離圏エコー





Press news and reports about Space Weather

宇宙天気に関わる報道



2012/01/25 TBS Nスタ

読売新聞 2013年1月26日朝刊



オーロラ くっきり

ノルウェー 太陽の爆発影響か

の粒子量は2003年10月以 郊で出現したオーロラ(ロイター25日、ノルウェー北部トロムソ)



1月のイベント時の極域航路のルート変更に関するNetニュースの情報

2012年1月24日

通信障害の可能性があるため、デルタ航空(アジア行8便でルート変更)、エアーカナダ(東京便、上海便、香港便)、カンタス航空(シドニーブエノスアイレス便)が極域航路を低緯度の航路にルート変更









講演 1 / Space Weather User's Forum 2012



2012/03/09 スッキリ (日本テレビ)

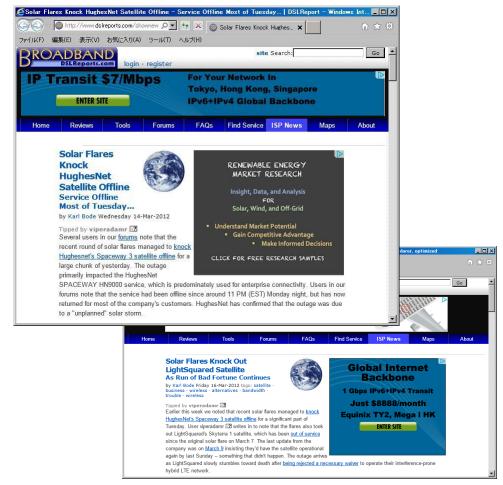


2012/03/09 ZIP!(日本テレビ)



3月のイベント時の衛星障害に関するNetニュース等の情報

3月12日11pm(EST)にHughesNetの衛星(Space way 3)で障害によりサービス中断



3月7日LightSquardの衛星(Sky Terra 1)で障害

3月10日と11日に米国の軍の衛星でシングルイベント発生





3月7-8日 ESAのVenus Express探査機で太陽高エネルギー粒子の影響でStan Trackerが使用できなくなった。

2010年8月4日 日本でオーロラ?

8月4日に日本でもオーロラが見られるぞ!NASA「北の空に注目して」

【ITニュース】2010/08/04(7K) 19:28 文字サイズ 大 標準 小

V PC・携帯へメールを送る

ちょっと信じられない現象が8月4日に発生するかもしれない。NASAが発表したところによると、8月4 日に日本でもオーロラが見られるかもしれないというのだ! この情報は朝日新聞も報じており、理論的 には実際にオーロラが出現してもおかしくない状況なのは確かなようだ。

朝日新聞は「太陽の表面で起きた爆発(フレア)から噴き出した大量の荷電粒子が地球に向かってお り、4日ごろ、日本でもオーロラが見られるかもしれない」と報じている。



北欧などの地域に行かなきゃ見られないオーロラが日本でも見られる!? これは絶対にオーロラを見なきゃ損! ということで、 『詳細を気象庁に取材をして聞いてみた! いつ頃、どっちの方向を見ればオーロラを見る事ができるの!?

「今日ですか? 日本でオーロラが見られるというのは初耳です。この取材で初めて知りました。気象庁には情報が入ってきていな いですね」(気象庁)との事。どうやら詳細については気象庁に情報が入ってきていないようだ。

また、「オーロラが起きる正確な時刻や方向、場所などは予測できない。昼間だと観測はできないが、NASAは北の空に注目をと 呼びかけている」(朝日新聞)と報じられている事から、8月4日の何時に空を見ればいいのかまったく不明! なので夜はジーーッと北 の空に注目するしかない。

また、荷雷粒子が地球に降り注ぐと電波が乱れる可能性があるらしく、ケータイや通信機器がおかしくなったらオーロラが見られる タイミングと考えていいのかも!? とりあえず4日の何時に見られるか不明なので、眠くなるまで北の夜空を見つめていよう! ま あ、見られない可能性も大きくあるらしいのでガッカリするかもしれないが……。

ScreenshotfromCreativeCommonslicenses.

Thisimageisusedinaccordancewithcopyrightlawnumber32. (情報提供:ロケットニュース24)

http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2010&d=0804&f=it 0804 012.shtml

複数のウェブニュースにおいて、2010年8月4日「日本でもオーロラが見られる」 かもしれない」と報じられた(朝日新聞の記事は数時間後に削除された)。

2010年8月4日 日本でオーロラ? (NICT報道発表)

朝回新聞

oトップ ロニュース oスポーツ oエンタメ oライフ oショッピング oAstand oトピックス

社会 | ビジネス | 政治 | 国際 | 文化 | サイエンス | 社説 | コラム | 天気 | 交通 | 動画 | マイタウン | English |

現在位置: asahi.com > ニュース > 特集 > ブレーバック1 週間 > 記事

4日夜のオーロラ観測、望み薄 日本の機関が最新情報

2010年8月4日18時21分

ソーシャルブックマーク 🖭 🌯 🛂 💋 🜠 💆 印刷 🝙

日本でのオーロラ観測は期待薄――米航空宇宙局(NASA)が、4日夜にも可能性があると発表していた「夜空のショー」は、幻に終わりそうだ。

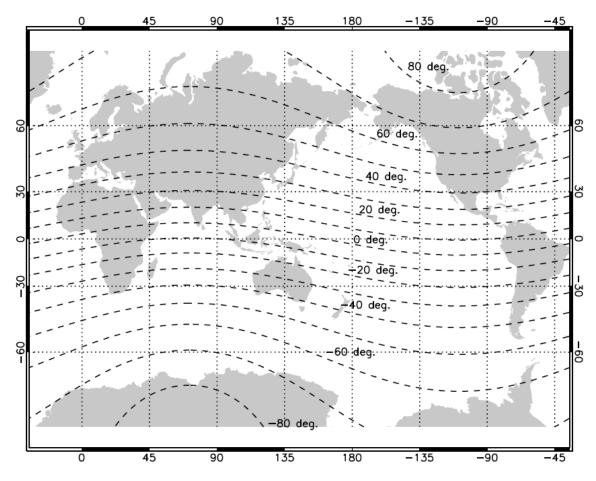
磁気嵐などの「宇宙天気予報」を公表している独立行政法人・情報通信研究機構(東京)によると、地球や地球外周の磁場などの観測データを午後5時前の段階で分析した結果、「同日昼過ぎから(太陽活動による)イベントは終息方向に向かっている」。過去に肉眼で観測されたことのある北海道でも「オーロラを見られることを示唆するデータはどこにもなく、可能性は極めて低い」という。

NASAは、太陽観測衛星SDOが1日、太陽の表面で起きた爆発(フレア)を観測したと発表。規模はそれほど大きくはなかったが、荷電粒子がちょうど地球に向かう位置にある黒点の付近で起きた。このため、噴き出した大量の荷電粒子が地球に向かっており、4日ごろにオーロラが見られるかもしれないとしていた。

http://www.asahi.com/special/playback/TKY201008040158.html



<地磁気緯度の違いの理解が必要>



- オーロラが見られる領域は地理座標ではなく、地磁気座標に関係している。
- 日本と米国は、地理的に同じ緯度でも、地磁気緯度が10°以上低くなるため、アメリカでオーロラが見られても日本で見られるとは限らない。

赤道付近でオーロラ?

NASA、赤道付近のオーロラの画像を公開——国際宇宙ステーションから撮影

RBB TODAY 2010年06月23日20時13分

RBBTODAY



公開された「南極光」 写真一覧(2件)

米NASA(は21日、国際宇宙ステーション(International Space Station)から撮影されたオーロラ「南極光」の画像を公開した。このオーロラは先月24日に、南インド洋上空350kmから南極大陸の方角を向いて撮影されたもので、緑色のリボン状の形をしている。

オーロラは通常極点付近で観測されるが、地球の磁気へ 影響を与える大型の磁気嵐により、オーロラの一部が赤道 付近へ移動する形となっている。

http://news.livedoor.com/article/detail/4844755/

• 2010年6月23日複数のウェブニュースにおいて、NASAが赤道付近のオーロラ画像を公開したと報じられた。



赤道付近でオーロラ?オーロラが赤道方向に移動

Daily News



Aurora Australis From Space

Photograph courtesy NASA and NASA Earth Observatory

Even for astronauts, this was a rare sight indeed: an aurora hovering over the southern Indian Ocean.

Auroras occur when charged particles from the sun collide with Earth's upper atmosphere, causing atoms of oxygen and nitrogen to gain energy and then release it in the form of light.

Auroras typically are visible only near Earth's Poles, where magnetic field lines channel charged particles toward the planet. But this aurora australis, photographed in May from the International Space Station, occurred during a geomagnetic storm, which can temporarily shift the planet's magnetic field—and hence its auroras—closer to the Equator.

Published June 22, 2010



http://news.nationalgeographic.com/news/2010/06/photogalleries/100622-aurora-space-pictures-saturn-moons-100/

- これは、「磁気嵐により、通常より赤道方向(closer to the Equator)に移動 (shift) している」という英語の元記事を誤訳したものと推測される。
- ・英語の記事はまともであるので、日本の報道(特に科学記事)の質の問題と思われる。



Operational Activities of NICT Space Weather

NICT宇宙天気業務



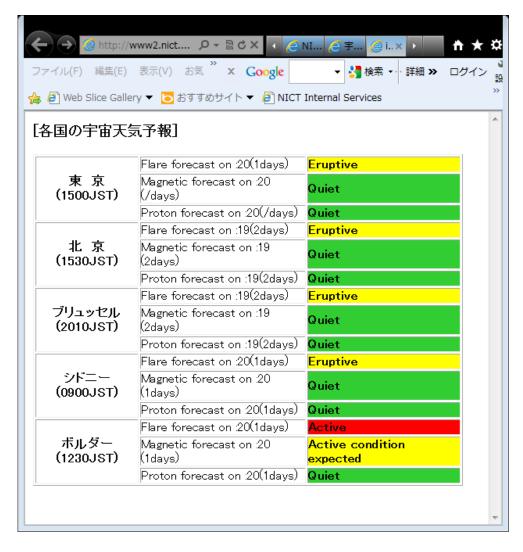
宇宙天気予報業務

- ・毎日午後2時30分より宇宙天気予報会議
- 予報情報を電子メール・Web・FAX等で送信



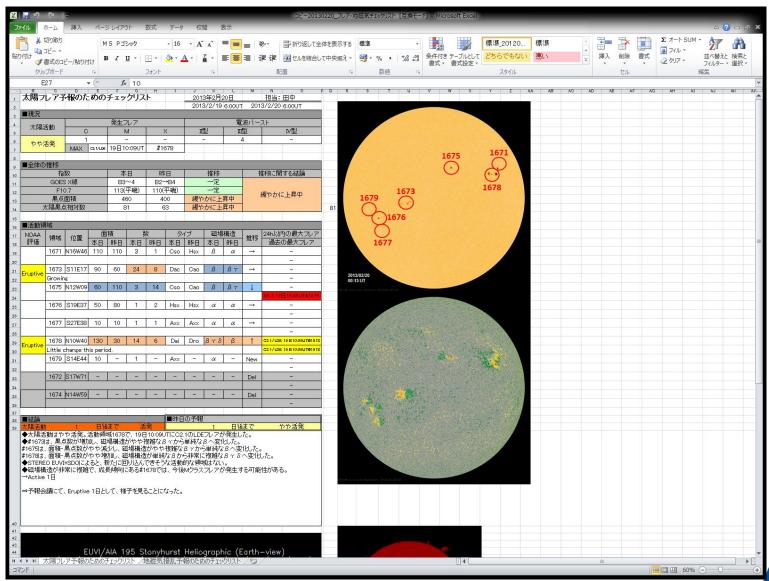


各国のRWCの予報確認

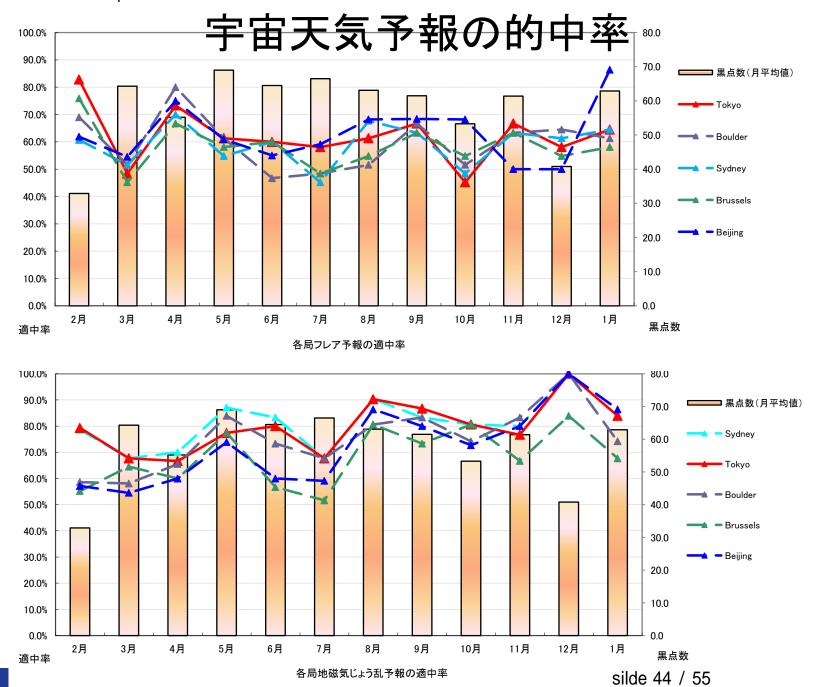




予報の流れ(チェックリスト)

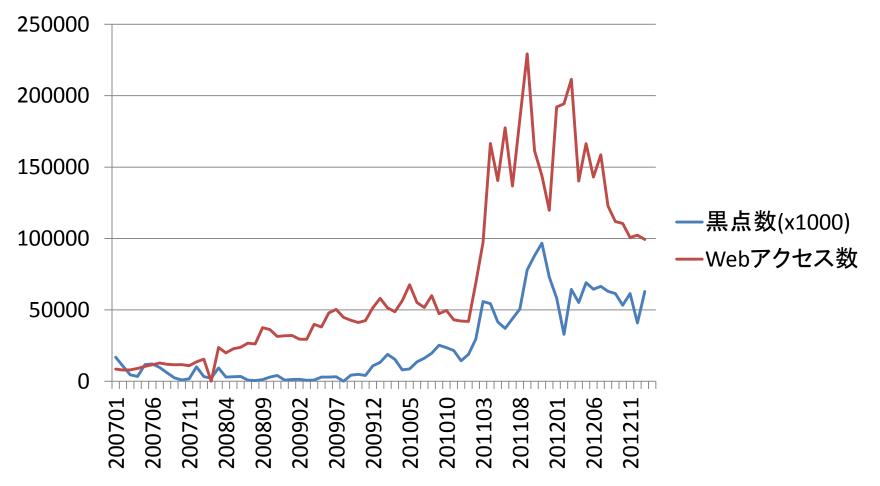


講演 1 / Space Weather User's Forum 2012





NICT宇宙天気Webアクセス数の推移











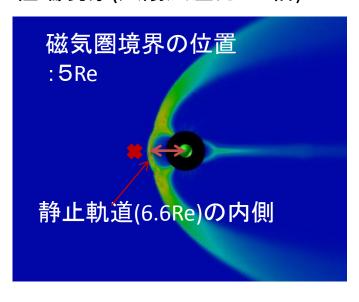


平磯太陽電波望遠鏡

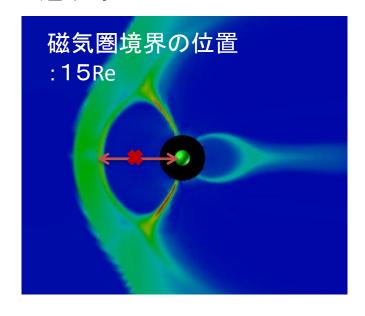


極端現象の計算結果

極端現象(太陽風圧力80倍)



通常時



ロバスト性が上がり、極端現象のシミュレーションができるようになった。

→今後、解析が必要



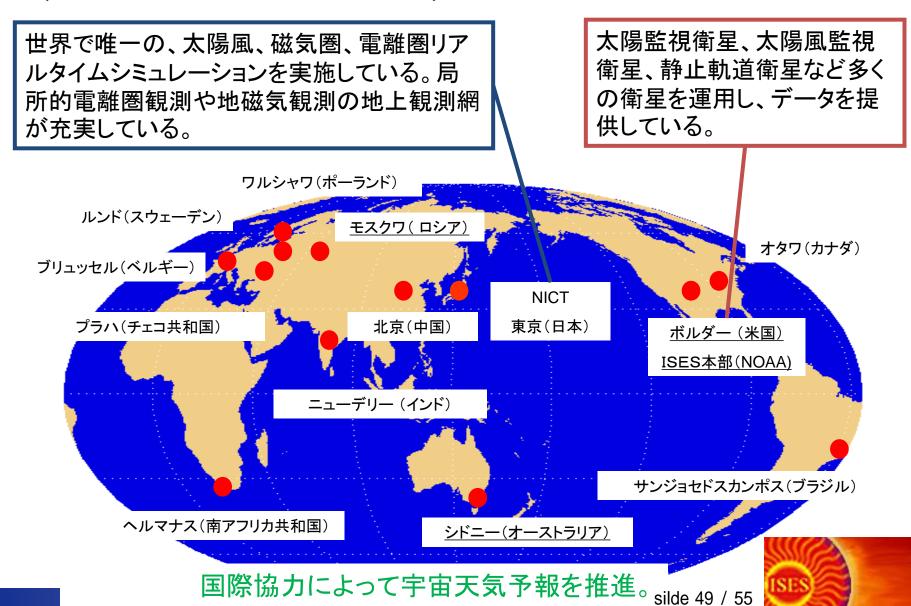
International Organization for Space Weather

宇宙天気予報の世界的体制



ISES: International Space Environment Service

(13 member nations over the world)



世界の宇宙天気(運用)関係組織



講演 1 / Space Weather User's Forum 2012 ICTSWからICAOへの提言

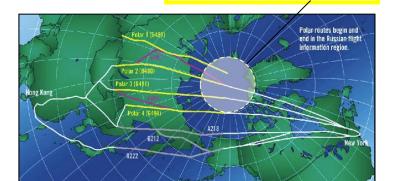
航空 - 極廻り航路への影響

通信

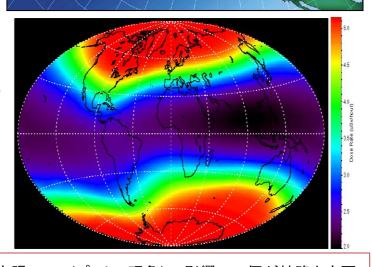
- 北極域の緯度82度以上の円内は、普段から衛星 通信やVHF通信が使用出来ず、3~30MHzのHF通信 が極廻り航路における唯一の通信手段。
- プロトン現象は、数日間に亘るHF通信途絶を引き 起こす(極冠電波吸収)。

放射線被曝

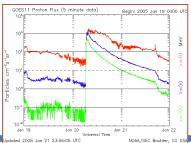
- ・宇宙線による極廻り航路での被曝レベルは通常1フ ライトで数十µSV程度。宇宙線は2種類に分類できる。
 - 銀河宇宙線 (常に存在し、避けられない。)
 - プロトン現象[太陽宇宙線](ごく稀に極めて被 曝レベルが増加することがある。)
- •放射線量が増加したとき、航空会社は極廻り航路の 利用を制限。



短波通信のみが可能な領域







2005年1月 ユナイテッド航空: 太陽フレア(プロトン現象)の影響で26便が航路を変更 シカゴー香港便 4日間連続アンカレッジ経由に変更。180分~210分の遅れ シカゴー北京便 18分~55分の遅れ 北京ーシカゴ便 55分~80分の遅れ



Reactions to the users' requests

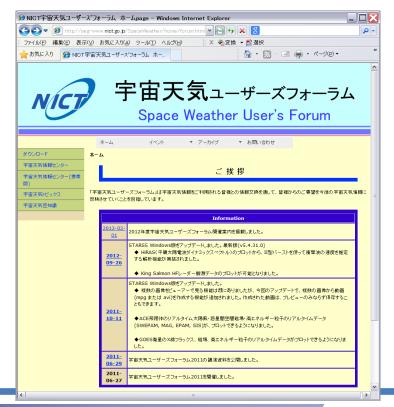
前回の宇宙天気フォーラムで頂いた要望について



<講演の資料を入手したい>

今回は、講演資料のコピーを配布することにいたしました。また、これまでのフォーラムの講演資料につきましては、以下のフォーラムのwebのアーカイブのページからダウンロードできるようにしております。

(http://seg-www.nict.go.jp/SpaceWeather/home/forum.html#)





く宇宙天気で使われる専門用語などがわかりづらい>

宇宙天気に関する専門用語などの解説の動画を使ったコンテンツを作成して提供しています。

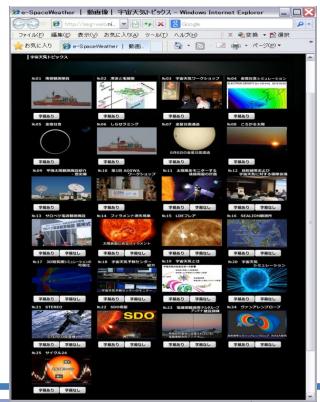
宇宙天気豆知識(21件)

(http://seg-web.nict.go.jp/e-sw/movie/sw-knowledge.html)



宇宙天気トピックス(25件)

(http://seg-web.nict.go.jp/e-sw/movie/sw-topics.html)





終わりに

- ・ 宇宙天気予報の難しさ
 - 現在でも未知のプロセスがある
 - 観測点が非常に乏しい
 - 空間的なスケールが様々(オーロラ:~km、太陽風:
- ・ 精度向上のための研究
 - プロセスの解明
 - モデル・シミュレーションコードの開発
- 宇宙天気予報業務への還元
- 利用ニーズに即した予報を!:ユーザの声が一番重要

今後ともよろしくお願いいたします

